

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Problem Image Mailbox.**

発明の名称(Title of the invention)

光モジュール(Optical module)

発明の背景(Background of the invention)

技術分野(Field of the invention)

本発明は、光通信システム等に用いられる光モジュールに関するものである。

関連する技術(Related Art)

光通信において、光の分岐や光スイッチ、波長合分波等の機能を持つ光部品が広く用いられている。光部品は様々な形成されているが、中でも光導波路の回路を備えた導波路形成領域を基板上に形成した平面光導波路チップは、その集積性、量産性から実用化されている。

平面光導波路チップの基板は、一般に、シリコンや石英等が用いられており、基板上に形成された導波路形成領域は、一般に、石英系の材料等により形成されている。

図8、図9は、それぞれ、平面光導波路チップ1の例を示す図であり、これらの平面光導波路チップ1は、光導波路の回路を備えた導波路形成領域10をシリコンの基板11上に形成して成る。

図8は、光導波路の回路として、1×8光分岐導波路回路を形成した平面光導波路チップの構成例を示すものである。図9は、光導波路の回路としてアレイ導波路回折格子の回路を形成した平面光導波路チップの構成例を示す。アレイ導波路回折格子は、波長多重通信用として用いられており、その回路構成も様々なものが提案されている。

図8に示すように、1×8光分岐導波路回路は1本の光入力導波路12と8本の光出力導波路16とを有しており、光入力導波路12と光出力導波路16との間に複数の分岐部37を有している。

また、図9に示すように、アレイ導波路回折格子の回路は、少なくとも1本の光入力導波路12と、該光入力導波路12の出力端に接続された第1のスラブ導波路13と、該第1のスラブ導波路13の出力端に接続されたアレイ導波路14と、該アレイ導波路14の出力端に接続された第2のスラブ導波路15と、該第2のスラブ導波路15の出力端に接続されて複数並設された光出力導波路16を有している。

前記アレイ導波路14は、第1のスラブ導波路13から導出された光を伝搬するものであり、複数のチャンネル導波路14aを並設して形成されており、隣り合うチャンネル導波路14aの長さは互いに設定量(ΔL)異なっている。

なお、アレイ導波路14を構成するチャンネル導波路14aは、通常、例えば100本といったように多数設けられる。また、光出力導波路16は、例えばアレイ導波路回折格子によって分波あるいは合波される互いに異なる波長の信号光の数に対応させて設けられる。ただし、図9においては、図の簡略化のために、これらのチャンネル導波路14a、光出力導波路16および光入力導波路12の各々の本数を簡略的に示してある。

アレイ導波路回折格子の回路において、例えば図9に示すように、1本の光入力導波路12に波長多重光が導入されると、この波長多重光は光入力導波路12を通して第1のスラブ導波路13に導入され、その回折効果によって広がってアレイ導波路14に入力し、アレイ導波路14を伝搬する。

このアレイ導波路14を伝搬した光は、第2のスラブ導波路15に達し、さらに、光出力導波路16に集光されて出力されるが、アレイ導波路14の全てのチャンネル導波路14aの長さが互いに異なることから、アレイ導波路14を伝搬した後に個々の光の位相にずれが生じ、このずれ量に応じて集束光の波面が傾き、この傾き角度により集光する位置が決まる。したがって、異なる光出力導波路16から、それぞれ異なる波長の光を出力することができる。

例えば図10に示すように、上記アレイ導波路回折格子の回路や光分岐導波路回路を備えた平面光導波路チップ1は、パッケージ2内に收容され、光モジュールとして用いられる。なお、本明細書において、光モジュールは、平面光導波路チップに光ファイバを接続してパッケージに收容されているものを言う。

図10の(a)は光モジュールの斜視図、図10の(b)は光モジュールをその上部から内部を透かして見た図、図10の(c)は図10の(b)のA-A断面図である。

ところで、アレイ導波路回折格子等の平面光導波回路を有する平面光導波路チップ1は、一般に、基板11を形成するシリコンと導波路形成領域10を形成する石英の線膨張係数の違いから、若干の反りが生じる。

石英の線膨張係数はシリコンの線膨張係数より大きいため、平面光導波路チップ1は例えば図11に示すように、導波路形成領域10側が凸となるような形状に反る。なお、図11は、説明をわかりやすくするために、平面光導波路チップ1の反り量を誇張して示している。

発明の要旨 (Summary of the invention)

この発明の光モジュールの第1の態様は、基板とその上に形成された導波路形成領域とからなる平面光導波路チップと、前記導波路形成領域の表面に、前記平面光導波路チップの少なくとも一方の端部に沿って配置された複数枚の上板と、前記平面光導波路チップに接続される光ファイバアレイとを備えた光モジュールである。

この発明の光モジュールの第2の態様は、前記平面光導波路チップの相対する2つの端部のそれぞれに沿って、複数枚の上板が配置されている光モジュールである。

この発明の光モジュールの第3の態様は、前記上板は、前記平面光導波路チップの4つの角部にそれぞれ設けられている光モジュールである。

この発明の光モジュールの第4の態様は、前記上板の端面が前記平面光導波路チップの端面と同一面に位置するように前記上板が配置され、固定されて、前記端面が一体的に研磨されている光モジュールである。

この発明の光モジュールの第5の態様は、前記複数枚の少なくとも1つの上板が、前記導波路形成領域における、前記光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている部分に配置されている光モジュールである。

この発明の光モジュールの第6の態様は、前記複数枚の少なくとも1つの上板が、前記導波路形成領域における、前記光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている部分に配置され、そして、前記複数枚の少なくとも1つの上板が、前記導波路形成領域における、前記光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されていない部分に配置されている光モジュールである。

この発明の光モジュールの第7の態様は、前記導波路形成領域に形成されている光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路である光モジュールである。

この発明の光モジュールの第8の態様は、前記平面光導波路チップの前記相対する2つの端部が、光入力端側および光出力端側の端部であり、複数枚の上板が所定の間隔で配置されている光モジュールである。

この発明の光モジュールの第9の態様は、更に、前記平面光導波路チップの温度を調節する温度調節機構を備え、パッケージ内に収容されている光モジュールである。

図面の簡単な説明 (Brief description of drawings)

第1図は、本発明に係る光モジュールの一実施形態例の平面光導波路チップ周辺構成を示す構成図である。

第2図は、上記実施形態例の光モジュールの斜視図 (a) と、この光モジュ

ールの上部から内部を透かして見た図（b）である。

第3図は、上記実施形態例の光モジュールにおける平面光導波路チップ端面研磨時の保持状態を示す説明図である。

第4図は、上記実施形態例の光モジュールにおける平面光導波路チップと上板の反り測定方法を示す説明図である。

第5図は、上記実施形態例の光モジュールにおける平面光導波路チップと上板の反り測定結果を示す説明図である。

第6図は、上記実施形態例の光モジュールにおける温度変化に伴う挿入損失変動量を示すグラフである。

第7図は、本発明に係る光モジュールの他の実施形態例に設けられる平面光導波路チップと上板の配置構成を平面図により模式的に示す説明図である。

第8図は、 1×8 光導波路回路を有する平面光導波路チップの例を示す説明図である。

第9図は、アレイ導波路回折格子の回路を有する平面光導波路チップの例を示す説明図である。

第10図は、従来の光モジュールの構成例を示す説明図である。

第11図は、平面光導波路チップの反り状態を模式的に示す説明図である。

第12図は、平面光導波路チップの反りに伴う平面光導波路チップと上板との間の接着剤厚みむらの説明図である。

第13図は、従来の平面光導波路チップと上板の反り測定方法を示す説明図である。

第14図は、従来の光モジュールにおける平面光導波路チップと上板の反り量の測定結果例を示す説明図である。

第15図は、従来の光モジュールにおける温度変化に伴う挿入損失変動量を示すグラフである。

第16図は、平面光導波路チップ端面の一端部にのみ上板を設けた構成例を示す説明図である。

第17図は、従来の光モジュールまたは、図16に示した構成における平面光導波路チップ端面研磨時の保持状態を示す説明図である。

発明の詳細な説明 (Detailed description of the invention)

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略または簡略化する。

本発明の1つの目的は、光モジュール製造における歩留まりが高く、かつ、

温度による挿入損失変動が小さく、信頼性が高い光モジュールを提供することにある。

この発明の理解を容易にするために、発明者が分析した従来技術の問題点について説明する。

例えば、図13に示すように、アレイ導波路回折格子の回路を有する平面光導波路チップ1に、平面光導波路チップ1の幅Wとほぼ同じ長さ（ここでは2.8mm）の上板20を設ける場合について述べる。

この場合、図13のA、B、Cの位置に対応させて上板20と平面光導波路チップ1の反り量を示すと、上板20の反り量は、図14の（a）に示す反り量となるのに対し、平面光導波路チップ1の反り量は図14の（b）に示す反り量となり、互いの反り量が大きく異なる。

なお、図13は、平面光導波路チップ1と上板20に反りが無い状態を示しているが、平面光導波路チップ1と上板20は、例えば図12に示したように、互いに同じ方向（上に凸）に反る。ただし、図14の（a）、（b）に示す測定データは、その測定方向の違いから、平面光導波路チップ1と上板20の反りを示す曲線の態様が互いに反対方向に示される。

つまり、上板20の反り量は、図13の①のように、上板20の上側に設けた検出部によって反りを測定するため、上板20が上に凸に反ると、図14の（a）に示すように上に凸の曲線が得られる。一方、平面光導波路チップ1の反り量は、図13の②のように、平面光導波路チップ1の下側に設けた検出部によって反りを測定するため、平面光導波路チップ1が上に凸に反ると、図14の（b）に示すように下に凸の曲線が得られる。

これらのデータに示すように、平面光導波路チップ1と上板20の反り量が大きく異なると、平面光導波路チップ1と上板20との間に設けられる接着剤17の厚みが場所により大きく異なることになる。接着剤17の厚みは、平面光導波路チップ1と上板20の接合部の中央側において小さく、端部側において大きくなる。

更に、平面光導波路チップ1の端面に、反りが無い、あるいは反りが少ない上板20を貼り付けると、図12に示すように、平面光導波路チップ1と上板20とを接着する接着剤17が不均一に設けられる場合がある。

平面光導波路チップ1と上板20の反りが、図14の(a)、(b)に示した反りである場合、平面光導波路チップ1と上板20の端部には、最大で6 μ m程度の接着剤17の層が形成されることになる。

上記のように、接着剤17の層の厚みが大きいと、例えば光モジュールの使用環境温度の変化に対して接着剤17が大きく伸縮し、光モジュールの挿入損失が温度によって変化する。

例えば、図15には、上記アレイ導波路回折格子の回路を有する平面光導波路チップ1に、平面光導波路チップ1の幅Wとほぼ同じ長さの上板20を接着剤17により接合し、平面光導波路チップ1の端面に光ファイバアレイを接続してパッケージ化した光モジュールの挿入損失変動測定値が示されている。

なお、図15の特性線a～fは、アレイ導波路回折格子の回路において、光出力導波路16の出力部に上側から順にポート番号を付し（つまり、図9の矢印Sの方向に順に番号を付していき）、ポート番号8から出力される光の挿入損失を特性線aに示し、順に、ポート番号16, 24, 32, 40, 48から出力される光の挿入損失を、それぞれ、特性線b、c、d、e、fにより示している。

図15の特性線a～fから明らかなように、上記光モジュールの挿入損失は、環境温度を20℃→70℃→0℃→20℃と変化させると大きく変動しており、また、アレイ導波路回折格子の光出力ポートによって、挿入損失変動にばらつきがある。

また、ポート番号が大きくなるにつれて、挿入損失変動が大きい傾向にある。これは、ポート番号が大きくなるにつれて接着剤17の層が厚くなっていくことに対応していると考えられる。つまり、接着剤17の層が厚くなると、接着剤17が温度によって伸縮し、軸ずれが生じて挿入損失変動が大きくなったと考えられる。

また、上記のような平面光導波路チップの反りを考慮して、反りが存在している条件下で光透過中心波長が設定波長となるようにアレイ導波路回折格子の回路を設定した場合、チップ端面の長さと同等の長さの上板20を貼り付けることによって、平面光導波路チップの反りが矯正されると、光導波路の屈折率に変化し、光透過中心波長が設定波長からずれてしまうこともあった。

そこで、例えば図16に示すように、上板20を、平面光導波回路の光入力導波路12や光出力導波路16の上を覆うだけの長さに形成することが考えら

れるが、この場合、上板20が平面光導波路チップ1の端面において、その一端部（図16においてはCで示す部位）にのみ設けられることになるので、以下に示すように、平面光導波路チップ1の端面研磨時に問題が生じる可能性が高い。

つまり、平面光導波路チップ1の一端側は、例えば図17の（a）、（b）に示すように、上板20を接着固定した状態で、平面光導波路チップ1の端面研磨時に適用されるチップ保持具25の基準面28と、チップ固定用板27とにより上下から挟んで固定され、上板20と共に端面研磨される。

なお、図17の（a）は、図13に示す態様で平面光導波路チップ1上に上板20が設けられている例において、チップ保持具25に保持された平面光導波路チップ1を示す平面図であり、図17の（b）は図17の（a）のA-A断面図である。図中、26は固定用のねじである。

この際、図16に示したように、上板20が平面光導波路チップ1の端面の一端部にのみ設けられていると、図17の（c）に示すように、平面光導波路チップ1がチップ固定用板27に片当たりしてしまい、平面光導波路チップ1に均一に荷重を加えられず、安定して押さえられない。なお、図17の（c）は、平面光導波路チップ1の端面の一端部に上板20を設けてチップ保持具25に保持した状態を、図17の（b）と同様に断面で切断した断面図により示している。

そのため、平面光導波路チップ1に振動が生じて平面光導波路チップ1の端面が欠けてしまうことがあり、場合によっては、平面光導波路チップ1が割れてしまうこともあった。

そうなると、平面光導波路チップ1を製品化できないため、光モジュールの歩留まりが低くなってしまう。

図1には、本発明に係る光モジュールの一実施形態例の要部構成が示されている。本実施形態例の光モジュールは、図1に示す構成を、例えば図2の（a）、（b）に示すようなパッケージ2内に収容して形成されている。また、パッケージ2内には、図示されていない温度調節機構が設けられており、必要に応じて平面光導波路チップ1の温度をほぼ設定温度に保つように構成されている。

図2（b）に示す光モジュールは、平面光導波路チップ1の一端側に接続された光ファイバ3（3a）と、平面光導波路チップ1の他端側に接続された光

ファイバ3（3b）とを有している。これらの光ファイバ3は、それぞれ、一端側が平面光導波路チップ1に接続され、他端側がパッケージ2からパッケージ外部に引き出されている。光ファイバ3は、接着剤23によりパッケージ2に固定されている。

光ファイバ3a、3bは、それぞれ、例えば複数の光ファイバを並列配設して成る光ファイバテープにより形成されており、光ファイバテープの接続端面には光ファイバアレイ21が設けられている。光ファイバ3a、3bと平面光導波路チップ1との接続、すなわち、光ファイバアレイ21と平面光導波路チップ1との接続は接着剤を用いた接着剤固定により行なわれている。

また、平面光導波路チップ1の接続端面には石英等により形成された上板20が接着剤等により貼り付けられ、平面光導波路チップ1と光ファイバ3a、3bのそれぞれの端部の光ファイバアレイ21との接続をより安定なものとしている。上板20は、平面光導波路チップ1の端面幅（W）とほぼ同じ長さを有している。

パッケージ2はパッケージ本体2aと蓋部2bを有している。パッケージ2は、主に、アルミニウムやステンレス等の金属やプラスチックにより形成されており、パッケージ2内に平面光導波路チップ1および平面光導波路チップ1と光ファイバ3（3a、3b）との接続部を収容することにより、これらを保護している。

図1に示すように、本実施形態例の光モジュールは、平面光導波路チップ1と、該平面光導波路チップ1に接続される光ファイバアレイ21とを有している。平面光導波路チップ1は、光導波路の回路としてのアレイ導波路回折格子の回路を備えた導波路形成領域10を有し、該導波路形成領域10をシリコンの基板11上に形成して成る。

本実施形態例の特徴は、平面光導波路チップ1の少なくとも一端側に（ここでは両端側にそれぞれ）、複数の（ここでは2枚ずつ）上板20が平面光導波路チップ1の端面に沿って導波路形成領域10の上に配置され、該導波路形成領域10上に前記上板20が接着固定され、平面光導波路チップ1の端面と上板20の端面が一体的に研磨されていることである。なお、上板20を導波路形成領域10に固定する際には、接着剤を用いてもよい。

本実施形態例の光モジュールは、4つの上板20（20a、20b、20c、

20d)を有しており、それぞれの上板20a, 20b, 20c, 20dは四角形状の平面光導波路チップ1の4つの角部にそれぞれ設けられている。

また、上板20a, 20bは平面光導波路チップ1の光入力端側(図の左端側)の端面に互いに沿って間隔を介して設けられ、上板20c, 20dは平面光導波路チップ1の光出力端側(図の右端側)の端面に互いに沿って間隔を介して設けられている。

本実施形態例において、上記上板20の少なくとも一つ(ここでは上板20b, 20d)は、光ファイバアレイ21が接続される光導波路が形成されている導波路形成領域10上に設けられている。つまり、上板20bがアレイ導波路回折格子の光入力導波路12の上に設けられており、上板20dがアレイ導波路回折格子の光出力導波路16の上に設けられている。

これらの上板20b, 20dの長さLb, Ldは、いずれも8mmであり、上板20bは上記光入力導波路12の配設領域を覆い、上板20dは上記光出力導波路16の配設領域を覆っている。

また、上板の少なくとも一つ(ここでは上板20a, 20c)は、光ファイバアレイ21が接続されない導波路形成領域10上に設けられている。これらの上板20a, 20cの長さLa, Lcはそれぞれ8mmであり、上板20b, 20dの長さLb, Ldと同じ長さである。

平面光導波路チップ1の端面と上板20の端面の一体研磨は、上板20を平面光導波路チップ1に接着固定した状態で、図3に示すように、チップ保持具25を用いて平面光導波路チップ1と上板20を保持して行った。なお、図3は、チップ保持具25に保持された平面光導波路チップ1と上板20を断面図により示す。

本実施形態例では、上板20が平面光導波路チップ1の両端側において、それぞれ平面光導波路チップ1の端面に沿って2つずつ配置されているので、図3に示すように、平面光導波路チップ1の一端側を、チップ保持具25の基準面28とチップ固定用板27により上下から挟んで固定すると、平面光導波路チップ1がチップ保持具25に安定して保持される。

そして、この状態で平面光導波路チップ1と上板20の端面が一体的に研磨

されるため、この研磨時に平面光導波路チップ1の端面が欠けたり、平面光導波路チップ1が割れたりすることではなく、上記端面研磨を歩留まり良く行うことができる。

また、本実施形態例は、上板20が平面光導波路チップ1の両端側において、それぞれ平面光導波路チップ1の両端部に互いに間隔を介して設けられているので、平面光導波路チップ1が反っても、この反りによって、平面光導波路チップ1と上板20との間に設けられる接着剤17の大きな厚みむらが生じることを抑制できる。

つまり、上板20は、平面光導波路チップ1の反りに対応して平面光導波路チップ1に沿うことができるので、平面光導波路チップ1と上板20との間に設けられる接着剤17の厚みをほぼ均一に、かつ、薄くできる。その結果、図5の(a)、(b)に示すように、上板20の配設領域における上板20と平面光導波路チップ1の反り量は互いにほぼ等しくなる。

図5の(a)は、図4の①のように、上板20の上側に設けた検出部（図示せず）によって上板20の反りを測定した結果を示し、図5の(b)は、図4の②のように、平面光導波路チップ1の下側に設けた検出部（図示せず）によって平面光導波路チップ1の反りを測定した結果を示す。

そして、本実施形態例では、平面光導波路チップ1と上板20との間に設けられる接着剤17の厚みがほぼ均一で、かつ、薄いので、光モジュールの使用環境温度の変化に対して接着剤17が大きく伸縮して光モジュールの挿入損失が温度によって変化することは殆ど無く、例えば図6に示すように、光モジュールの使用環境温度が変化しても挿入損失変動がほとんど無い、信頼性の高い光モジュールを実現できる。

図6の特性線a～fは、アレイ導波路回折格子の回路において、光出力導波路16の出力部に上側から順にポート番号を付し（つまり、図9の矢印Sの方向に順に番号を付していき）、ポート番号8から出力される光の挿入損失を特性線aに示し、順に、ポート番号16, 24, 32, 40, 48から出力される光の挿入損失を、それぞれ、特性線b、c、d、e、fに示している。また、光モジュールの挿入損失は、環境温度を20℃→70℃→0℃→20℃と変化させた時の値である。

なお、本実施形態例においては、前記の如く、平面光導波路チップ1に温度

調節機構を設けているが、温度調節機構は例えば平面光導波路チップ1の中央部に設けられており、温度調節機構から離れている平面光導波路チップ1の端部（平面光導波路チップ1と光ファイバアレイ21の界面）は環境温度の影響を多少受ける。

しかしながら、本実施形態例において、平面光導波路チップ1と上板20との間に設けられる接着剤17の厚みがほぼ均一で、かつ、薄いので、平面光導波路チップ1の端部が光モジュールの使用環境温度の影響を多少受けても、その環境温度に応じて接着剤17が大きく伸縮することはなく、挿入損失変動がほとんど無い、信頼性の高い光モジュールを実現できる。

さらに、本実施形態例の光モジュールは、平面光導波路チップ1の光導波路の回路をアレイ導波路回折格子の回路としたものであるから、上記のように光透過中心波長が変化することがなく、ほぼ設計通りの光透過中心波長で波長合分波を行える光モジュールを実現できる。

なお、本発明は上記実施形態例に限定されることなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記実施形態例では、上板20は四角形状の平面光導波路チップ1の4つの角部にそれぞれ設けられていたが、上板20は、平面光導波路チップ1の少なくとも一端側に、平面光導波路チップ1の端面に沿って導波路形成領域上に複数配置すればよい。

そして、複数の上板20を平面光導波路チップ1の端面に沿って配置することにより、平面光導波路チップ1の端面研磨時に平面光導波路チップ1がチップ保持具25に片当たり等せずに安定して押さえられるようにすればよい。

例えば、図7に示すように、上板20を平面光導波路チップ1の一端側に配置し、両方の上板20をそれぞれ光ファイバアレイ21が接続される光導波路（ここでは光入力導波路12と光出力導波路16）上に設けてもよい。

さらに、上記実施形態例では、平面光導波路チップ1の一端側と他端側にそれぞれ、互いに間隔を介して2つずつ上板20を設けたが、平面光導波路チップ1の一端側と他端側の少なくとも一方に設けられる上板20は隙間無く配置してもよいし、その数を8つ以上としてもよい。

さらに、上記実施形態例では、平面光導波路チップ1の光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路としたが、光導波路の回路は必ずしもアレイ導波路回折格子の回路とするとは限らず、例えば図8に示したような光分岐導波路回

路としてもよいし、その他の回路としてもよい。

さらに、パッケージ2の構成およびパッケージ2への平面光導波路チップ1の固定構造は、図2の(a)、(b)に示す構成に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。

さらに、上記実施形態例では、平面光導波路チップ1は四角形状としたが、平面光導波路チップ1の形状も必ずしも四角形状とするとは限らず、平面光導波路チップ1の形状は適宜設定されるものである。

本発明によれば、平面光導波路チップの少なくとも一端側に、複数の上板を、平面光導波路チップ端面に沿って導波路形成領域上に配置して接着固定しているので、平面光導波路チップ端面と前記上板の端面を一体的に研磨するときに、平面光導波路チップを研磨用の治具に安定して保持することができ、研磨時に平面光導波路チップが欠けたり割れたりすることを抑制できる。

また、本発明によれば、上記のように、平面光導波路チップの少なくとも一端側に、複数の上板を、平面光導波路チップ端面に沿って導波路形成領域上に配置して接着固定することにより、例えば光モジュールの使用時に平面光導波路チップが反っても、この反りによって、平面光導波路チップと上板との間に設けられる接着剤の大きな厚みむらが生じることを抑制でき、接着剤の厚みをほぼ均一とし、かつ、薄くできる。

したがって、本発明の光モジュールは、光モジュールの使用環境温度の変化に対して、上記平面光導波路チップと上板との間に設けた接着剤が大きく伸縮して光モジュールの挿入損失が温度によって変化することを抑制でき、光モジュールの使用環境温度が変化しても挿入損失変動が小さい、信頼性の高い光モジュールを実現できる。

さらに、本発明において、上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている導波路形成領域上に設けられている構成によれば、光ファイバアレイに配列されている光ファイバと平面光導波路チップの光導波路の接続部位の強度を的確に保ち、良好な接続状態を保つことができる。

さらに、本発明において、上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続されない導波路形成領域上に設けられている構成によれば、この上板の配置

によって、例えば平面光導波路チップと上板を一体的に研磨するときに、平面光導波路チップと上板を研磨用治具に安定して保持することができる。

さらに、本発明において、上板は四角形状の平面光導波路チップの4つの角部にそれぞれ設けられている構成によれば、この上板の配置によって、例えば平面光導波路チップと上板を一体的に研磨するときに、平面光導波路チップと上板を研磨用治具に安定して保持することができるし、平面光導波路チップの反りによる挿入損失増加も抑制できる。

さらに、本発明において、光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路とした構成によれば、アレイ導波路回折格子の回路が有する優れた光合分波特性を備え、かつ、上記効果を奏する光モジュールを実現することができる。

この発明によると、光モジュール製造における歩留まりが高く、かつ、温度による挿入損失変動が小さく、信頼性が高い光モジュールを提供することができる。

特許請求の範囲(What is claimed is:)

1. 基板とその上に形成された導波路形成領域とからなる平面光導波路チップと、前記導波路形成領域の表面に、前記平面光導波路チップの少なくとも一方の端部に沿って配置された複数枚の上板と、前記平面光導波路チップに接続される光ファイバアレイとを備えた光モジュール。
2. 前記平面光導波路チップの相対する2つの端部のそれぞれに沿って、複数枚の上板が配置されている、クレーム1による光モジュール。
3. 前記上板は、前記平面光導波路チップの4つの角部にそれぞれ設けられている、クレーム2による光モジュール。
4. 前記上板の端面が前記平面光導波路チップの端面と同一面に位置するように前記上板が配置され、固定されて、前記端面が一体的に研磨されている、クレーム2または3による光モジュール。
5. 前記複数枚の少なくとも1つの上板が、前記導波路形成領域における、前記光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている部分に配置されている、クレーム1または2による光モジュール。
6. 前記複数枚の少なくとも1つの上板が、前記導波路形成領域における、前記光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている部分に配置され、そして、前記複数枚の少なくとも1つの上板が、前記導波路形成領域における、前記光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されていない部分に配置されている、クレーム1または2による光モジュール。
7. 前記導波路形成領域に形成されている光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路である、クレーム1または2による光モジュール。
8. 前記平面光導波路チップの前記相対する2つの端部が、光入力端側および光出力端側の端部であり、複数枚の上板が所定の間隔で配置されている、クレーム2による光モジュール。
9. 更に、前記平面光導波路チップの温度を調節する温度調節機構を備え、パッケージ内に収容されている、請求項8による光モジュール。

要約書(Abstract)

基板とその上に形成された導波路形成領域とからなる平面光導波路チップと、前記導波路形成領域の表面に、前記平面光導波路チップの少なくとも一方の端部に沿って配置された複数枚の上板と、前記平面光導波路チップに接続される光ファイバアレイとを備えた光モジュール。